

(4) DE 103 18 566 6 57



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 38 749 A 1**

51 Int. Cl. 7:
G 02 B 1/11
G 03 F 7/00

21 Aktenzeichen: 100 38 749.7
22 Anmeldetag: 9. 8. 2000
43 Offenlegungstag: 28. 2. 2002

71 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE
74 Vertreter:
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241
München

72 Erfinder:
Boerner, Volkmar, Dipl.-Phys., 79106 Freiburg, DE;
Bläsi, Benedikt, 79102 Freiburg, DE; Kübler, Volker,
Dipl.-Ing., 79249 Merzhausen, DE; Gombert,
Andreas, Dr., 79100 Freiburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer optisch antireflektierenden Oberfläche

57 Beschrieben wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Herstellung einer, für einen Wellenlängenbereich mit der minimalen Wellenlänge λ_M antireflektierenden Oberflächenstruktur, mit einer Trägerschicht, auf der eine lichtempfindliche Materialschicht aufgebracht wird, die mit wenigstens zwei, zueinander kohärenten Wellenfeldern mit einer Wellenlänge λ_B zum Erhalt eines stochastisch verteilten Interferenzfeldes belichtet wird, wodurch sich während der Belichtung oder nach der Belichtung vermittels gezielter Materialabtragung die Oberflächenstruktur gebildet wird.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die, auf die lichtempfindliche Materialschicht gerichteten, miteinander interferierenden, kohärenten Wellenfelder einen Winkel α einschließen, für den gilt:
 $\alpha > 2 \arcsin(\lambda_B / (2 \cdot \lambda_M))$.

DE 100 38 749 A 1

DE 100 38 749 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren sowie auf eine Vorrichtung zur Herstellung einer antireflektierenden Oberflächenstruktur (z. B. für sichtbares Licht), mit einer Trägerschicht, auf der eine lichtempfindliche Materialschicht aufgebracht wird, die mit wenigstens zwei, zueinander kohärenten Wellenfeldern mit einer Wellenlänge λ_B zum Erhalt eines stochastisch verteilten Interferenzfeldes belichtet wird, wodurch während oder nach der Belichtung vernünftels gezielter Materialabtragung die Oberflächenstruktur gebildet wird.

Stand der Technik

[0002] An den Grenzflächen transparenter Medien, wie beispielsweise Glas- oder Kunststoffscheiben, die vorzugsweise für Fenster-, Bildschirm- oder Instrumentanzeigeflächen verwendet werden, wird stets ein Teil des auf die Grenzflächen einfallenden Lichtes reflektiert, also in den Raum, aus dem das Licht kommt zurückgespiegelt. Durch die, auf der Grenzfläche der transparenten Medien auftretenden Reflexerscheinungen werden die Durchsichteigenschaften sowie das Ablesevermögen bei Bildschirmen oder Anzeigen erheblich beeinträchtigt. Zur Verbesserung der Durchsichteigenschaften beziehungsweise des Ablesevermögens von Bildschirmen ganz allgemeiner Art sind Entspiegelungsmaßnahmen bekannt, die verschiedenartigen Einfluß auf die Reflexionseigenschaften an den Grenzflächen nehmen.

[0003] So können spiegelnde Oberflächen unter anderem dadurch entspiegelt werden, daß die Oberfläche mit einer geeigneten Rauigkeit versehen wird. Zwar wird durch das Aufrauhnen der Grenzflächenoberfläche kein geringer Anteil des einfallenden Lichtes in den Raum zurückreflektiert, jedoch werden parallel auf die Oberfläche einfallende Lichtstrahlen, durch die Oberflächenrauigkeit in verschiedene Richtungen zurückreflektiert. Auf diese Weise werden klare Spiegelbilder vermieden, das heißt Lichtquellen, die normalerweise mit scharfen Kanten abgebildet an der Grenzfläche reflektiert würden, führen lediglich zu einer recht homogenen Aufhellung der aufgerauhten Grenzfläche. Hierdurch können starke Leuchtdichteunterschiede vermieden und die bei Reflexen auftretende Störwirkung erheblich reduziert werden.

[0004] Diese Art der Entspiegelung wird erfolgreich beispielsweise bei Displays mit der Bezeichnung Antiglare-Schicht eingesetzt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Entspiegelungstechnik liegt in der Abformbarkeit der Strukturen durch preisgünstige Prägeprozesse. Nachteilhaft bei dieser Art der Entspiegelung ist jedoch, daß die hemisphärische Reflexion, d. h. die Summe aus spiegelnder und diffuser Reflexion, in den gesamten rückwärtigen Raumbereich, im günstigsten Fall nicht erhöht wird, wodurch die Untergrundhelligkeit derartig präparierter Glasoberflächen von Bildschirmen relativ hoch ist. Dies führt nicht zuletzt zu einer erheblichen Reduzierung des Kontrastes eines hinter einer solchen Antiglare-Schicht vorhandenen Bildes bzw. Anzeige.

[0005] Eine weitere Möglichkeit optische Flächen zu entspiegeln, besteht durch das Aufbringen geeigneter Interferenzschichten. Dabei wird die zu entspiegelnde Oberfläche mit einer oder mehreren dünnen Schichten mit geeignetem Brechungsindex und geeigneter Dicke beschichtet. Die Interferenzschichtstruktur ist dabei derart ausgebildet, daß in geeigneten Wellenlängenbereichen destruktive Interferenzerscheinungen im reflektierten Strahlungsfeld auftreten, wo-

durch beispielsweise Reflexe von Lichtquellen in ihrer Helligkeit stark reduziert werden. Jedoch verbleibt ihre Abbildung im reflektierten Strahlengang, im Unterschied zu der vorstehend genannten Antiglare-Schicht, scharf. Selbst bei einer visuellen Restreflexion von weniger als 0,4% wirken die scharfen Spiegelbilder bisweilen störender als die relativ hohe Helligkeit von Antiglare-Oberflächen. Das Kontrastverhältnis ist gut. Für die meisten Bildschirme und weiteren Anwendungen sind jedoch Interferenzschichten in der Herstellung zu teuer.

[0006] Eine dritte Alternative zur Entspiegelung optischer Flächen besteht im Einbringen sogenannter Subwellenlängengitter, die auf der Grenzfläche eines optisch transparenten Mediums zu einem Brechzahlgradienten führt, wodurch eine optische Wirkung gleichsam der von Interferenzschichten erzeugt wird. Ein solcher Brechungsindexgradient wird durch Oberflächenstrukturen realisiert, sofern die Strukturen kleiner als die Wellenlängen des einfallenden Lichtes sind. Hierfür eignen sich günstigerweise die Herstellung periodischer Strukturen mittels holographischer Belichtung in einer Photoresistschicht, die auf der Oberfläche eines transparenten Mediums aufgebracht ist.

[0007] Beispiele derartiger Subwellenlängengitter sind den Druckschriften DE 38 31 503 C2 und DE 24 22 298 A1 entnehmbar.

[0008] Derartige Subwellenlängen-Oberflächengitter mit Perioden von 200 bis 300 nm eignen sich für die breitbandige Reflexionsminderung. Oberflächen, die auch unter dem Begriff "Moth-Eye-Antireflection-Surfaces" bekannt sind, sind in einem Artikel von M. C. Hutley, S. J. Willson, "The Optical Properties of Moth-Eye-Antireflection-Surfaces", OPTICA ACTA, 1982, Vol. 29, Nr. 7, Seite 993-1009, ausführlich beschrieben. Zwar besteht der große Vorteil derartiger "Mottenaugen-Schichten" in der mittels Prägeprozessen preisgünstig zu vervielfältigenden Herstellungsweise, gleichsam der von Antiglare-Strukturen, doch ist die großflächige Herstellung derartiger Strukturen sehr schwierig, aufgrund der nur sehr engen optischen Toleranzbereiche hinsichtlich der Varianz von Strukturformen und einem sehr hohen Aspektverhältnis, d. h. sehr hohem Verhältnis aus Strukturhöhe und Periode der Strukturen, durch die sich verfälschende Farbeffekte einstellen können. Überdies bilden sich an derartigen Oberflächenvergütungen die Bilder von Lichtquellen ebenso scharf im reflektierten Bild ab, wie es bei Interferenzschichten der Fall ist.

[0009] Auch ist es möglich kleinste Oberflächenstrukturen im Submikrometerbereich bzw. im Subwellenlängenbereich mittels stochastischer Verfahren herzustellen. Dies ist beispielsweise durch Ätzverfahren möglich, wie es beispielsweise aus der deutschen Patentschrift DE 28 07 414 C2 hervorgeht. Ferner wird in dem Artikel von A. Gombert, et. al., "Subwavelength-structured antireflective surfaces on glass", Thin Solid Films, 351 (1999), S. 73 bis 78, dargestellt, dass stochastische Oberflächenstrukturen mit Hilfe gezieltem Schichtwachstum, die die vorstehend beschriebenen antireflektierenden Eigenschaften aufweisen, erhalten werden können. Zwar erlauben beide Verfahrensvarianten eine Vervielfältigung der erhaltenen stochastischen Oberflächenstrukturen im Wege an sich bekannter Prägeprozesse, doch haftet man mit diesen Verfahren gewonnenen Oberflächenstrukturen der Nachteil an, dass die Winkel, unter denen Restlicht zurückreflektiert werden, nicht gezielt eingestellt werden können (z. B. Kleinwinkelstreuung oder Streuung in große Raumwinkel).

[0010] Auch ist es bekannt, stochastische Strukturen mit anderen optischen Eigenschaften mittels holographischer Verfahren zu gewinnen, beispielsweise bei der Herstellung von optischen Diffusoren. Optische Verfahren, die im Wege

holographischer Belichtung stochastisch verteilte Interferenzmuster zur Erzeugung in der Lage sind, haben den Vorteil gegenüber den vorstehend genannten stochastischen Verfahren, dass die Winkelbereiche, in denen Licht an derart strukturierten Oberflächen zurück reflektiert werden, einstellbar sind. Ein Verfahren, bei dem ein holographisches Interferenzmuster zur Einprägung eines stochastischen Strukturmodells verwendet wird, ist in der amerikanischen Druckschrift US 5,365,354 beschrieben. Mit diesem Verfahren ist die Herstellung von Diffusoren möglich. Darin ist ein Verfahren zur Herstellung von stochastischen Strukturen für Diffusoren, nicht aber zur Entspiegelung beschrieben.

[0011] Auch geht aus der DE 197 08 776 C1 ein Verfahren hervor, mit dem durch Überlagerung eines grobkörnigen Speckelmusters und dem Abbild eines Subwellenfängengitters eine kombinierte Oberflächenstruktur erhältlich ist, die sowohl Eigenschaften einer Antireflexschicht als auch einer Antiglare-Schicht aufweist.

Darstellung der Erfindung

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Herstellung einer, für sichtbares Licht antireflektierenden Oberflächenstruktur derart zu verbessern, dass einerseits der an der Oberflächenstruktur zurückreflektierte Lichtanteil erheblich reduziert und andererseits der zurückreflektierte Lichtanteil gezielt in bestimmte Raumwinkelbereiche zurückreflektiert wird. Auf diese Weise sollen die, bei bisher bekannten Oberflächenstrukturen auftretenden, zwar im Kontrast stark reduzierten aber dennoch vorhandenen Reflexionsbilder an der Oberflächenstruktur möglichst vollständig vermieden werden, zumal die zurückreflektierten Lichtanteile diffus zurückreflektiert werden sollen. Überdies soll das erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit der Replizierbarkeit der gewonnenen Oberflächenstruktur im Wege konventioneller Prägeverfahren erlauben, d. h. möglicherweise auftretenden Hinterschnitte innerhalb der sich ausbildenden Oberflächenstrukturen sollen gänzlich vermieden werden. Schließlich gilt es eine Vorrichtung anzugeben, mit der die Herstellung derartiger Oberflächenstrukturen möglich ist, die überdies einer stochastischen Verteilung unterliegen sollen.

[0013] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung einer, für einen bestimmten Wellenlängenbereich, der eine kleinste Wellenlängengrenze λ_M aufweist, antireflektierenden Oberflächenstruktur, mit einer Trägerschicht, auf der eine lichtempfindliche Materialschiicht aufgebracht wird, die mit wenigstens zwei, zueinander kohärenten Wellenfeldern mit einer Wellenlänge λ_B zum Erhalt eines stochastisch verteilten Interferenzfeldes belichtet wird, wodurch sich während der Belichtung oder nach der Belichtung vermittels gezieltem Materialabtrag die Oberflächenstruktur gebildet wird, derart weitergebildet, dass die, auf die lichtempfindliche Materialschiicht gerichteten, miteinander interferierenden, kohärenten Wellenfelder einen Winkel α einschließen, für den gilt:

$$\alpha > 2 \arcsin (\lambda_B / (2 \cdot \lambda_M)).$$

[0014] Der Winkelbeziehung liegt die Forderung zugrunde, dass bei der Herstellung von entspiegelnden Strukturen im Wege stochastischer Oberflächenstrukturen die maximale laterale Dimension der einzelnen Strukturelemente der stochastischen Oberflächenstruktur kleiner sein sollte als die Lichtwellenlänge, die auf die entspiegelnden Oberflächenstrukturen auftrifft. Das erfindungsgemäße Verfahren dient insbesondere zur Herstellung von entspiegelnden bzw. antireflektierenden Oberflächenstrukturen, die z. B. im

sichtbaren Spektralbereich eine entspiegelnde Wirkung zeigen sollen. Das heißt, dass die einzelnen Strukturelemente in ihrer lateralen Ausdehnung nicht größer als $\lambda_M \sim \text{ca. } 380 \text{ nm}$, das entspricht eben der kurzwelligen Grenze des sichtbaren Spektralbereiches, sein sollen.

[0015] Vorzugsweise sollte wenigstens eines der miteinander interferierenden kohärenten Wellenfelder eine stochastische Amplituden- und Phasenverteilung aufweisen. Je mehr Wellenfelder unter der vorstehenden Winkelbeziehung auf die lichtempfindliche Materialschiicht auftreffen, deren Amplituden vorzugsweise jeweils gleich groß sind, umso bessere Belichtungsergebnisse können erzielt werden.

[0016] Vorzugsweise eignen sich zur Herstellung derartiger stochastischer Oberflächenstrukturen Wellenlängen im UV-Bereich, so dass sich beispielsweise bei einer Belichtungswellenlänge von 364 nm (Ar-Ionen-Laser) ein Winkelbereich von $\alpha > 57^\circ$ ergibt, der von wenigstens zwei miteinander kohärent interferierenden Wellenfelder zur Ausbildung des stochastischen Interferenzmodells einzuschließen ist. Eine sinnvolle obere Grenze für den Winkelbereich für α liegt bei 180° . Beim Einsatz von kürzerwelligen Belichtungsquellen beispielsweise λ_B von 266 nm (vervielfachte Nd-YAG-Wellenlänge) beginnt der Winkelbereich bereits bei 41° .

[0017] Bei derartigen Belichtungsverhältnissen, ist es möglich, stochastisch verteilte Oberflächenstrukturen zu gewinnen, die hochfrequente Strukturanteile aufweisen, wodurch wiederum die diffusen Reflexionseigenschaften der dabei gewonnenen Oberflächenstrukturen derart positiv beeinflusst werden, so dass das an der Oberflächenstruktur reflektierte Restlicht in bestimmte Raumwinkelbereiche umverteilt wird, die z. B. einen großen Winkelunterschied zum Lot auf die Oberfläche aufweisen. Dies ist vorteilhaft, da eine Entspiegelung die Reflexion zwar stark verringert, aber nicht vollständig unterdrückt. Für die Restreflexion ist es daher erwünscht, dass sie zum Beispiel bei visuellen Anwendungen nicht in den Blickwinkelbereich zurückgelenkt oder asymmetrisch in bestimmte Raumwinkelbereiche reflektiert wird.

[0018] Die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten, stochastisch verteilten Oberflächenstrukturen weisen, wie vorstehend bereits erwähnt, hochfrequente Strukturanteile auf, wie man sie in Analogie aus der Nachrichtentechnik unter Verwendung des Fourierformalismus zur Interpretation zeitlich variierender Signale kennt. In der Optik können in Analogie die hierzu örtlich variierenden Signale, wie beispielsweise die Oberflächenreliefstrukturen, spektral analysiert werden: Handelt es sich um periodische Oberflächenreliefstrukturen, wie beispielsweise bei einem Subwellenlängengitter, so treten bei der Analyse lediglich diskrete Ortsfrequenzen auf. Eine stochastische Oberflächenreliefstruktur, wie sie mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhalten wird, zeichnet sich durch ein kontinuierliches Ortsfrequenzspektrum aus. So führen bei senkrechtem Lichteinfall lediglich Strukturen mit Ortsfrequenzen größer als das Inverse der Wellenlänge der auf die Oberflächenreliefstruktur einfallenden Strahlung zu einer Antireflexwirkung ohne Streuung, ähnlich wie es auch bei periodischen Subwellenlängengittern der Fall ist. Eine besondere Eigenschaft der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten stochastisch verteilten Oberflächenstrukturen ist die Ausbildung derartiger Oberflächenstrukturen mit Ortsfrequenzen, die in etwa in der gleichen Größenordnung oder größer als das Inverse der Wellenlänge der einfallenden Strahlung sind. Hierbei entsprechen die größten Strukturteufen in der stochastischen Oberflächenstruktur wenigstens der Größenordnung der kleinsten Wellenlänge, des auf die Oberflächenstruktur auftreffenden Lichtes.

[0019] Die originäre Ausbildung einer derartigen stochastischen Oberflächenstruktur setzt eine Strahlungsquelle voraus, die Licht mit einer für die Ausbildung eines stochastischen Interferenzmusters erforderliche Kohärenz emittiert. Besonders geeignete Lichtquellen hierfür stellen UV-Licht emittierende Laser beispielsweise Ar-Ionen-Laser dar, deren Lichtstrahlen mit oder ohne vorgeschaltetem Filter in geeigneter Weise zur Interferenz gebracht werden. Die Belichtungswellen λ_B sollten gleich oder kleiner jener Lichtwellenlängen sein, die in einer späteren Anwendung auf die Antireflexoberfläche aufreffen.

[0020] Zur Ausbildung der Oberflächenstrukturen wird eine lichtempfindliche Schicht, beispielsweise eine Photoresistschicht mit dem stochastischen Interferenzmuster belichtet, wodurch nach oder während der Belichtung durch die Intensitätsverteilung in der lichtempfindlichen Schicht Reliefstrukturen entstehen.

[0021] So vermag die Intensitätsverteilung beispielsweise niedermolekulare Polymere innerhalb der lichtempfindlichen Schicht zu vernetzen, wodurch gezielte Deformationen an der Schichtoberfläche die Folge sind. Alternativ bilden sich Oberflächenstrukturen im Wege der Belichtung einer Photoresistschicht und einem nachfolgenden Entwicklungsschritt bzw. Ätzprozess aus.

[0022] Die auf diese Weise hergestellten Oberflächenstrukturen können mit an sich bekannten Replikationsprozessen, beispielsweise im Walzenprägeverfahren, Stempelprägeverfahren oder in Spritzgussprozessen vervielfältigt werden. Der Vorteil all dieser Verfahren ist es, dass strukturierte Oberflächen sehr kostengünstig hergestellt werden können. Da die erfindungsgemäß stochastische Oberflächenstruktur keine Hinterschnitte aufweist, ist es möglich, all jene Verfahren problemlos anzuwenden. Als Prägestempel- oder Werkzeug zur großflächigen Replikation von Mikrostrukturen können galvanisch hergestellte Matrizen verwendet werden, wodurch in vorteilhafter Weise aus einer ursprünglichen Oberflächenstruktur durch Umkopieren viele Prägestempel gewonnen werden können. Alternativ kann eine Struktur auch durch einen Ätzprozess in einen Stempel gebracht werden.

[0023] Auch ist es möglich mehr als eine Lichtquelle zu verwenden, deren Lichtwellen in geeigneter Weise auf die zu belichtende Materialschicht aufreffen.

[0024] Bei Verwendung lediglich einer einzigen Lichtquelle, beispielsweise eines Excimer-Lasers, wird der Lichtstrahl vorzugsweise divergent aufgeweitet, um die gesamte Fläche eines Diffusors zu beleuchten, dessen zentraler Bereich lichtundurchlässig ausgebildet ist. Der Diffusor ist derart ausgebildet, dass lediglich in seinen Randbereichen Licht passieren kann, wodurch sich die Lichtstrahlen in Strahlrichtung dem Diffusor nachgeordnet in der erfindungsgemäß vorgegebenen Weise überlagern. Die Trägerschicht mit der entsprechend lichtempfindlichen Materialschicht ist an geeigneter Stelle dem Diffusor nachgeordnet. Auch können alternativ oder zusätzlich Strahlungsquellen mit einem definiertem Intensitätsprofil verwendet, weitere Masken, Filter mit Speckelmustern oder ähnlich, strahlformende optische Mittel in den Strahlengang eingebracht werden, um das gewünschte Interferenzmuster zu erzeugen.

[0025] Auch ist es möglich mehrere Lichtquellen mit unterschiedlichen Beleuchtungswellenlängen λ_B zu verwenden und einzusetzen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0026] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung

exemplarisch beschrieben. Es zeigt:

[0027] Fig. 1 Bestrahlungsaufbau zur Herstellung einer stochastischen Oberflächenstruktur.

5 Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0028] In Fig. 1 ist ein Bestrahlungsaufbau dargestellt, mit einer Lichtquelle 1, vorzugsweise ein Excimer-Laser, bspw. ein Ar-Ionen-Laser, die ein kohärentes Strahlenbündel 2 emittiert. Im Strahlengang der Lichtquelle nachgeordnet ist eine Linse 3 vorgesehen, die den Lichtstrahl 2 auf eine Diffusoreinheit 4 aufweitet, die einen optisch diffus wirkenden, transparenten Ringbereich 5 vorsieht und im Übrigen lichtundurchlässig ausgebildet ist. Im Strahlengang der Diffusoreinheit 4 nachgeordnet ist eine Trägerplatte 6 vorgesehen, auf der eine Photoresistschicht 7 aufgebracht ist.

[0029] Die von der Diffusoreinheit 4 ausgehenden Einzelwellen interferieren auf der, der Lichtquelle abgewandten Seite derart, dass Teilwellen aus gegenüberliegenden Sektoren der Diffusoreinheit, die vorzugsweise als Ringdiffusor ausgebildet ist, den großen Winkel α einschließen, der sich aus der geometrischen Vorgabe des Ringbereiches 5 sowie dem Abstand zwischen der Diffusoreinheit 4 und der Trägerplatte 6 bestimmt. Durch die geometrische Vorgabe treffen hauptsächlich Lichtwellen auf die Photoresistschicht 7 auf, die einen hohen Einfallswinkel relativ zur Ebene der Photoresistschicht 7 einschließen, wodurch sich auf der Photoresistschicht durch die entsprechende Belichtung mit nachfolgender Entwicklung in der Photoresistschicht Oberflächenreliefstrukturen ergeben, die hohe Ortsfrequenzen mit hohen Amplituden aufweisen. Hierdurch wird die entspiegelnde Wirkung und eine gezielte Umverteilung der Rückreflexe erreicht.

[0030] Insbesondere im Hinblick auf eine unkomplizierte Replizierbarkeit der Oberflächenstruktur auf der Trägerplatte 6 weist die stochastische Oberflächenstruktur hochfrequente Strukturanteile mit Amplituden auf, die idealerweise in der selben Größenordnung liegen wie die typischen lateralen Abmessungen dieser Strukturanteile.

Bezugszeichenliste

- 1 Lichtquelle
- 2 Lichtstrahl
- 3 Optische Linse
- 4 Diffusoreinheit
- 5 Transparenter Ringbereich
- 6 Trägerplatte
- 7 Photoresistschicht

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer, für einen Wellenlängenbereich mit der minimalen Wellenlänge λ_M antireflektierenden Oberflächenstruktur, mit einer Trägerschicht, auf der eine lichtempfindliche Materialschicht aufgebracht wird, die mit wenigstens zwei, zueinander kohärenten Wellenfeldern mit einer Wellenlänge λ_B zum Erzielen eines stochastisch verteilten Interferenzfeldes belichtet wird, wodurch sich während der Belichtung oder nach der Belichtung vermittels gezieltem Materialabtrag die Oberflächenstruktur gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die, auf die lichtempfindliche Materialschicht gerichteten, miteinander interferierenden, kohärenten Wellenfelder einen Winkel α einschließen, für den gilt:

$$\alpha > 2 \arcsin (\lambda_B / (2 \cdot \lambda_M)).$$

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Lichtquelle ein oder mehrere UV-Licht emittierende Laser eingesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das stochastische Interferenzfeld eine stochastische Amplituden- und Phasenverteilung aufweist, zu dessen Erzeugung ein oder mehrere optische Diffusoren, Masken, Filter mit Specklemustern und/oder ähnliche, strahlformende optische Mittel eingesetzt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als lichtempfindliche Materialschicht eine Polymerschicht verwendet wird, in der durch Belichtung Vernetzungsprozesse auftreten, die zu lokalen Brechungsindexveränderungen und/oder Deformationen an der Oberfläche führen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als lichtempfindliche Materialschicht eine Photoresistschicht verwendet wird, die nach der Belichtung einem Entwicklungsverfahren unterzogen wird, bei dem sich die Oberflächenstruktur ausbildet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur auf der lichtempfindlichen Materialschicht im Wege einer galvanischen Abformung oder eines Ätzprozesses auf einen Prägestempel zur weiteren Vervielfältigung der Oberflächenstruktur auf andere Oberflächen übertragen wird.

7. Vorrichtung zur Herstellung einer, für einen Wellenlängenbereich mit der minimalen Wellenlänge λ_M anti-reflektierenden Oberflächenstruktur, mit einer Trägerschicht, auf der eine lichtempfindliche Materialschicht aufgebracht ist, mit wenigstens einer Lichtquelle, die Licht einer Wellenlänge λ_B emittiert, das auf die lichtempfindliche Materialschicht derart gerichtet ist, so dass wenigstens zwei Wellenfelder derart miteinander interferieren, dass die Materialschicht durch ein stochastisch verteiltes Interferenzfeld belichtbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Lichtquelle und der lichtempfindlichen Materialschicht wenigstens ein optischer Diffusor derart vorgesehen ist, dass miteinander interferierende Wellenfelder auf die lichtempfindliche Materialschicht auftreffen, die einen Winkel α miteinander einschließen, für den gilt:

$$\alpha > 2 \arcsin (\lambda_B / (2 \cdot \lambda_M)).$$

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Diffusor ein Ringdiffusor ist, dessen zentraler Bereich lichtundurchlässig ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringdiffusor derart ausgebildet ist, dass die Amplituden von Wellenfeldern, die aus sich gegenüberliegenden Sektoren des Ringdiffusors austreten, gleich groß sind.

10. Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Lichtquellen vorgesehen sind, deren Lichtstrahlen geneigt auf die lichtempfindliche Materialschicht auftreffen und einen Winkel α einschließen, für den gilt,

$$\alpha > 2 \arcsin (\lambda_B / (2 \cdot \lambda_M))$$

und, dass im Strahlengang der Lichtstrahlen wenigstens ein optischer Diffusor, Filter mit Specklemustern,

eine Maske, und/oder ähnliche, strahlformende optische Mittel eingebracht sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquellen einen Lichtstrahl mit definierter Intensitätsverteilung emittieren.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle eine UV-Lichtquelle in Art eines Excimerlasers ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das strahlformende optische Mittel ein Axicon ist.

Hierzu 1. Seite(n) Zeichnungen

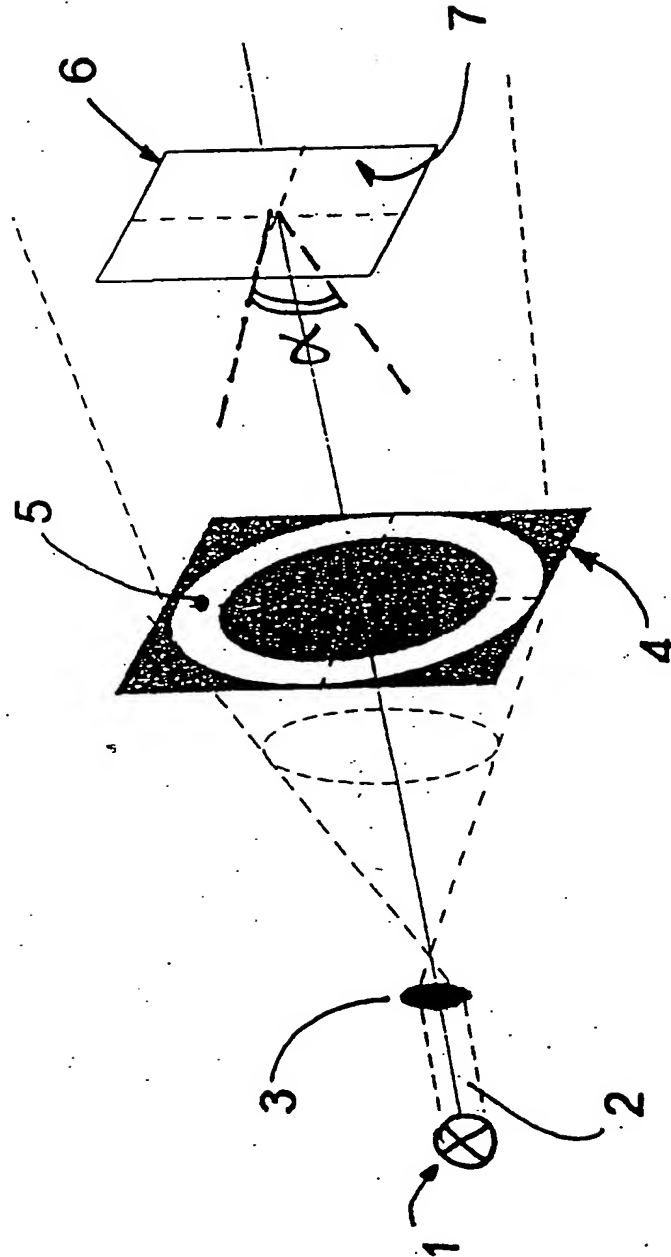


Fig. 1